

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

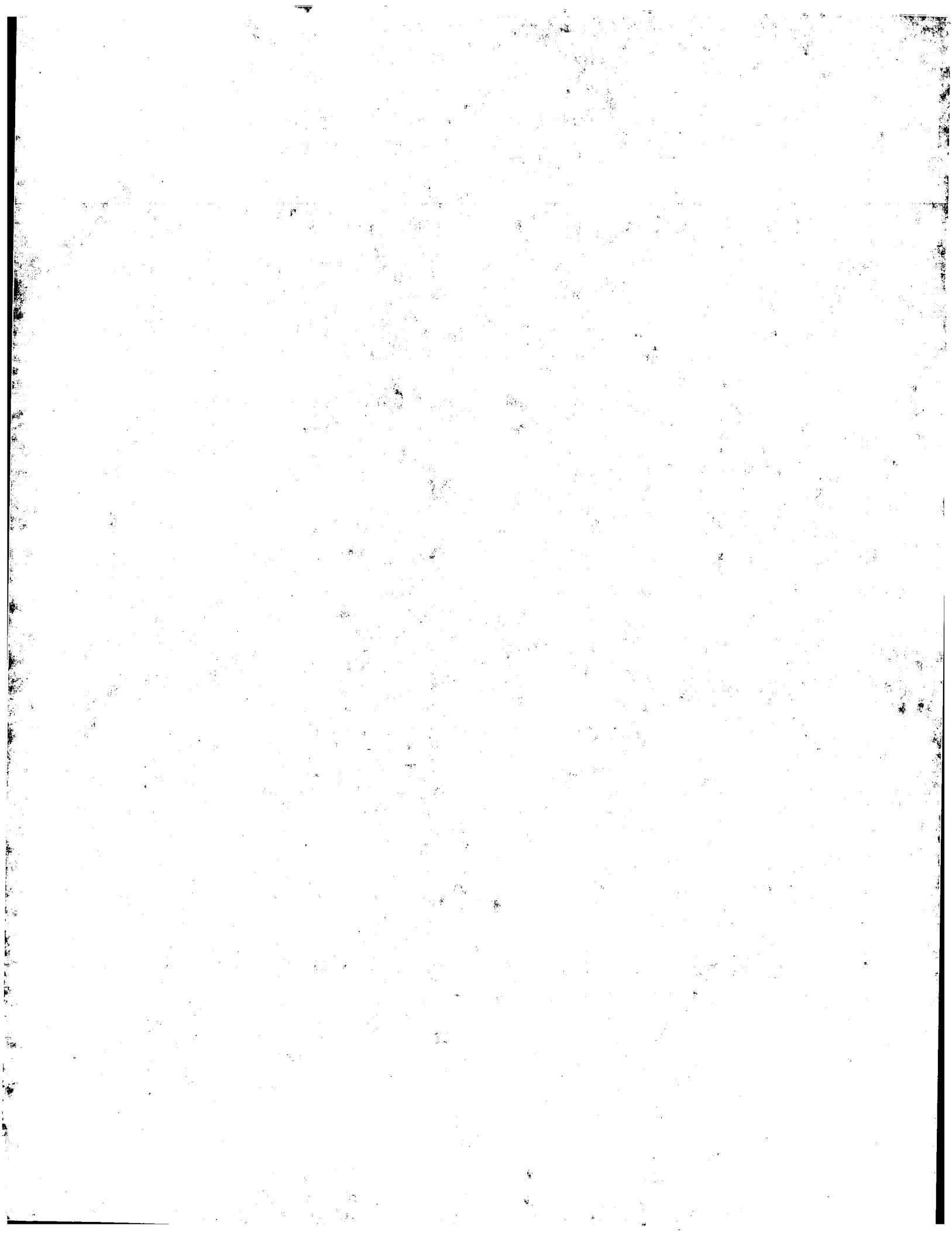
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-280087  
 (43)Date of publication of application : 27.09.2002

(51)Int.CI.

H01M 14/00  
H01L 31/04

(21)Application number : 2001-083020

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC  
AISIN SEIKI CO LTD

(22)Date of filing : 22.03.2001

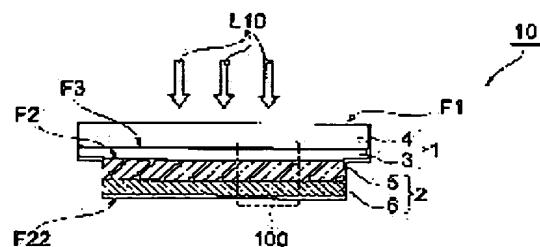
(72)Inventor : INABA TADASHI  
HIGUCHI KAZUO  
TSUKIGASE AZUSA  
AZUMA HIROZUMI  
MOTOHIRO TOMOMI  
TOYODA TATSUO  
NAKAJIMA JUNJI

## (54) OPTICAL ELECTRODE AND DYE SENSITIZED SOLAR BATTERY PROVIDED WITH THE SAME

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical electrode capable of sufficiently suppressing the generation of a leakage current and a dye sensitized solar battery having excellent energy conversion efficiency.

**SOLUTION:** This optical electrode 10 has a transparent electrode 1 and a semiconductor electrode composed of a first semiconductor layer 5 arranged on the transparent electrode and a second semiconductor layer 6 arranged on the first semiconductor layer. A semiconductor material constituting the first semiconductor layer and the second semiconductor layer is anatase-type TiO<sub>2</sub>. The second semiconductor layer includes at least one kind of oxide particle selected from a group of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, SrTiO<sub>3</sub>, and Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and the first semiconductor layer does not include oxide particle substantially.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

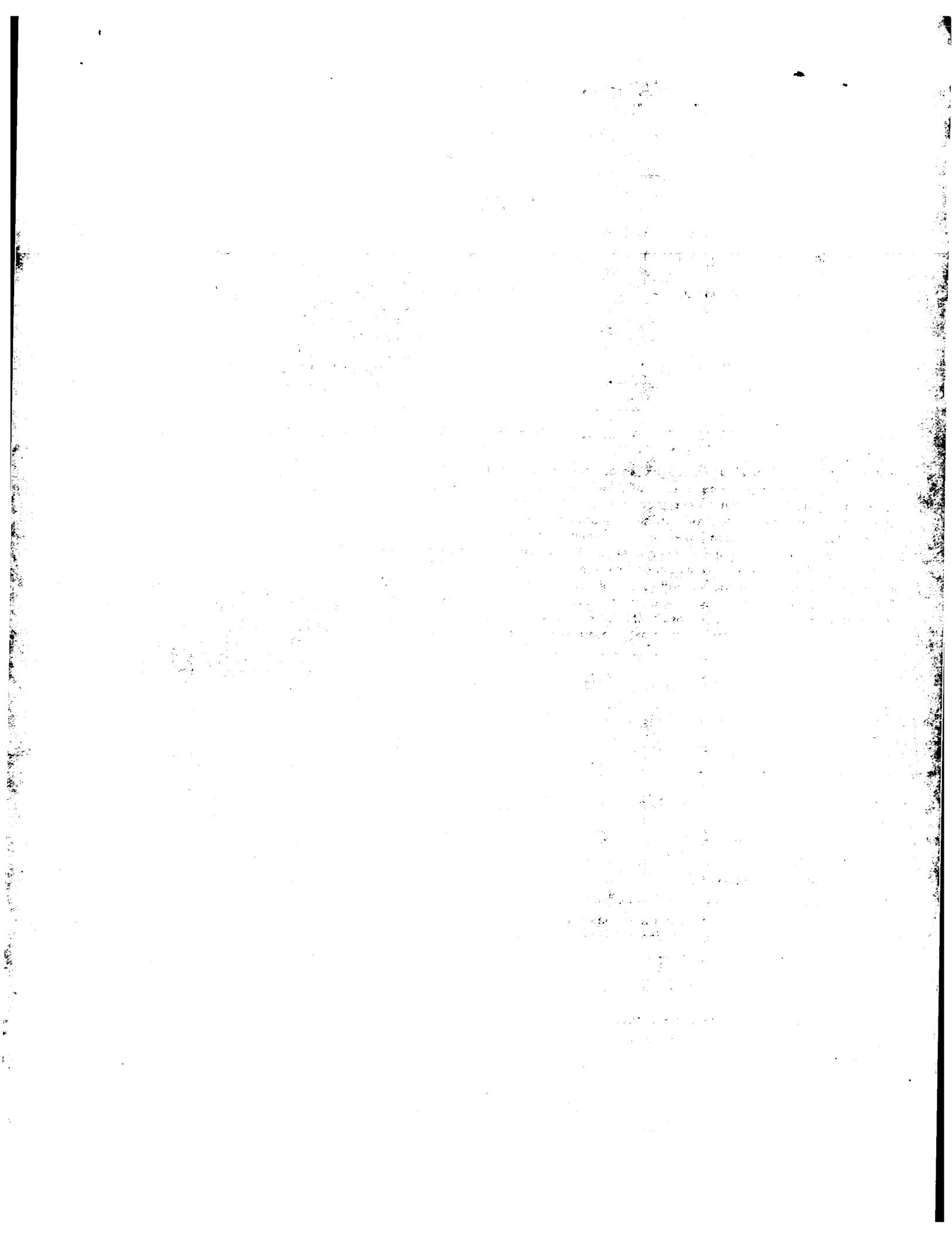
[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



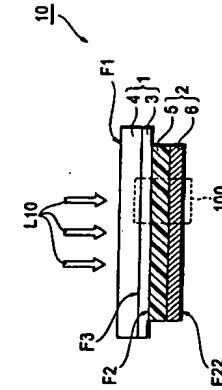
## (19) 日本国特許庁 (JP) (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-280087  
(P2002-280087A)

(43)公開日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(61)出願人 特願2001-83200(P2001-83200)  
H01M 14/00 P 5F051  
H01L 31/04 Z 5H032(71)出願人 000003698  
株式会社豊田中央研究所(2)出願日 平成13年3月22日(2001.3.22)  
(71)出願人 000000011  
アイシン精機株式会社  
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地(72)発明者 森川 由里  
愛知県豊川郡見入町大字長瀬字鏡道41番  
地の1 株式会社豊田中央研究所内  
(74)代理人 1000088155  
弁理士 良谷川 実樹 (外3名)

(5) [発明の名称] 光電極及びこれを備えた色系増感型太陽電池

(57) [要約]  
【課題】 光電流の発生を十分に抑制できる光電極及びそれを備えた色系増感型太陽電池の提供。  
【解決手段】 光電極10は透明電極1と、当該透明電極10上に配置された第二の半導体層6とからなる半導体層を有する。そして、第一の半導体層4及び前記第二の半導体層5を構成する半導体材料はアナース型のT1O<sub>2</sub>である。第二の半導体層には、A<sub>1</sub>2O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SrTiO<sub>3</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなる群から選択される少くとも1種の酸化物粒子が含有されており、第一の半導体層には酸化物粒子が実質的に含有されていないことを特徴とする。

## 〔特許請求の範囲〕

(2)

[0 0 0 2]

〔請求項1〕 受光面を有する半導体電極と、当該受光面上に隣接して配置された透明電極と、当該受光面で受光する光電極であって、その太陽電池の中でも、色系増感型太陽電池は使用する材料が安価であること、比較的シンプルなプロセスで製造できること等からその実用化が期待されたり、電池のエネルギー変換効率を向上させための様々な検討が行われている。なお、色系増感型太陽電池のエネルギー変換効率は、下記式(1)で表される。また、下記式(1)中、I<sub>0</sub>は入射光強度(mW/cm<sup>2</sup>)、V<sub>oc</sub>は開路電圧(V)、I<sub>sc</sub>は短絡電流密度(mA/cm<sup>2</sup>)、F<sub>F</sub>は曲線因子(Fill Factor)を示す。前記第二の半導体層と当該第一の半導体層に隣接して配置された第二の半導体層から成る群から選択される半導体材料がアナース型の酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)であり、前記第二の半導体層には、酸化アルミニウム、二氧化チタニア(O<sub>2</sub>Ti)からなる群から選択される少くとも1種の酸化物粒子が含有されており、かつ、前記第一の半導体層には前記酸化物粒子が実質的に含有されていないこと、を特徴とする光電極。

【請求項2】 前記半導体電極の全体の厚さが5～30μmであることを特徴とする請求項1に記載の光電極。

【請求項3】 前記半導体電極の全体の厚さに対する前記第二の半導体層の厚さの割合が5～50%であり、前記第二の半導体層における前記酸化物粒子の含有率が1～50質量%であることを特徴とする請求項2に記載の光電極。

【請求項4】 前記第二の半導体層が複数の層から構成されており、前記半導体電極の全体の厚さに対する前記第二の半導体層の厚さの割合が5～60%であり、かつ、前記複数の層が前記酸化物粒子の含有率を十分に抑制できなければ、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流の発生は式(1)中の電池の開路電圧V<sub>oc</sub>の大きな低下を招くので、漏れ電流の発生を十分に抑制できなければ、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができなくなる。

【請求項5】 本発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の色系増感型太陽電池は、光電極を構成する半導体層において、発電中の漏れ電流の発生を十分に防止できない。

【請求項6】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項7】 受光面を有する半導体電極と当該半導体電極の表面に於ける前記酸化物粒子の含有率が0.1～1.0質量%であり、かつ、前記第一の半導体層に最も近い位置に配置される最内部の層から前記第一の半導体層に最も遠い位置に配置される最外部の層にかけて増加していること、を特徴とする請求項2に記載の光電極。

【請求項8】 前記最内部の層における前記酸化物粒子の含有率が0.1～1.0質量%であり、かつ、前記最外部の層における前記酸化物粒子の含有率が5～50質量%であることを特徴とする請求項4に記載の光電極。

【請求項9】 前記酸化物粒子が球形粒子又は異方性粒子であり、かつ、前記酸化物粒子の平均粒径が0.1～600nmであることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の光電極。

【請求項10】 光電流の発生を十分に抑制できる光電極及びそれを備えた色系増感型太陽電池。

【請求項11】 光電極10は透明電極1と、当該透明電極10上に配置された第一の半導体層4と当該第一の半導体層4上に配置された第二の半導体層6とからなる半導体層を有する。そして、第一の半導体層4及び前記第二の半導体層6を構成する半導体材料はアナース型のT1O<sub>2</sub>である。第二の半導体層には、A<sub>1</sub>2O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>、SrTiO<sub>3</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>からなる群から選択される少くとも1種の酸化物粒子が含有されており、第一の半導体層には酸化物粒子が実質的に含有されていないことを特徴とする。

前記光電極が構成する半導体電極と当該半導体電極の表面に於ける酸化物粒子の含有率が0.1～1.0質量%であり、かつ、前記第一の半導体層に最も近い位置に配置される最内部の層から前記第一の半導体層に最も遠い位置に配置される最外部の層にかけて増加していること、を特徴とする。

【請求項12】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項13】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項14】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項15】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項16】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項17】 受光面を有する半導体電極と当該半導体電極の表面に於ける酸化物粒子の含有率が0.1～1.0質量%であり、かつ、前記第一の半導体層に最も近い位置に配置される最内部の層から前記第一の半導体層に最も遠い位置に配置される最外部の層にかけて増加していること、を特徴とする。

【請求項18】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項19】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項20】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項21】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項22】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項23】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項24】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項25】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項26】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

【請求項27】 本発明が解決する課題は、漏れ電流の発生を十分に抑制でき、高いエネルギー変換効率を得るために、漏れ電流を構成することができる。

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 1]

〔発明の要する技術分野〕 本発明は、光電極及びこれを備えた色系増感型太陽電池に関する。

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 2]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 3]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 4]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 5]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 6]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 7]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 8]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 9]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 10]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 11]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 12]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 13]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 14]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 15]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 16]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 17]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 18]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 19]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 20]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 21]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 22]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 23]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 24]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 25]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 26]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 27]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 28]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 29]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 30]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 31]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 32]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 33]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 34]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 35]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 36]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 37]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 38]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 39]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 40]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 41]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 42]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 43]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 44]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 45]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 46]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 47]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 48]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 49]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 50]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 51]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 52]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 53]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 54]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 55]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 56]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 57]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 58]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 59]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 60]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 61]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 62]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 63]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 64]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 65]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 66]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 67]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 68]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 69]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 70]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 71]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 72]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 73]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 74]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 75]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 76]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 77]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 78]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 79]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 80]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 81]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 82]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 83]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 84]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 85]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 86]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 87]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0 0 88]

〔発明の詳細な説明〕

[0 0

(1007) 上記本発明の光電極は、半導体電極を構成する第2の半導体層中に、酸化物粒子が上記の条件を満たすようにして含有されているので、半導体電極の導電率<sup>11</sup>を確保しつつ第2の半導体層の半導体材料であつて、また、アーナース型の酸化チタン(IV)と電解質溶液との接触面積を減少させることができ。また、第2の半導体層は透明電極との間に酸化物粒子が実質的に含有されていない新しい第1の半導体層を配置した構成となることにより、半導体電極に入射する入射光利用率を十分に確保することができる。そのため、本発明の光電極は、半導体電極の入射光利用率及び遮断性を十分に確保しつゝ、また、漏れ电流の発生を抑制することができ、優れた光電変換性能を有することができる。

[0008] ここで、本発明において、第一の半導体層に含有させる酸化物である酸化アルミニウム (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>)、酸化シリコン (ZrO<sub>2</sub>)、チタン酸ストロンチウム (SrTiO<sub>3</sub>)、酸化ニオブ (Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) は、アナース型の酸化チタン(IV) (TiO<sub>2</sub>) よりも伝導率が高い酸化物である。

[0009] また、本発明において、半導体電極の第一半導体層には、上記の酸化物粒子が保質的に含有されている。この「酸化物粒子が保質的に含有されていない」状態とは、第一の半導体層には酸化物粒子が全く含まれていない状態か、或いは酸化物粒子を含んでいたとしてもその含有量が前述の入射光利用率と導電性を十分に確保する程度である状態を示す。

[0010] 更に、本発明の光電極においては、入射光用半導体電極を十分に確保する観点から、半導体電極の全体の厚さが 5 ~ 30 μm であることが好ましい。半導体電極の厚さが 5 μm 未溝となると、色吸収量が大きくなり光を有効に吸取できなくなる傾向が大きくなる。一方、半導体電極の厚さが 30 μm を超えると、電極折損が大きくなり半導体に注入されたキャリアの損失が多くなるとともに、イオン伝導抵抗が増大して、I-V 特性への影響が強くなる。なお、上記と同様の観点より好ましく、8 ~ 13 μm であることが更に好ましい。

[0011] また、本発明の光電極においては、半導体電極の全体の厚さが上述の条件を満たす場合には、半導体電極の全体の厚さは 5 ~ 15 μm であることが更に好まし

卷之三

電極の全體の厚さに対する第二の半導体層の厚さの割合が $5\sim 50\%$ であり、第二の半導体層における酸化物の含有率が $1\sim 50$ 質量%であることが好ましい。  
 0001121 半導体電極の全體の厚さに対する第二の半導体層の厚さの割合が $5\%$ 未満であると、漏れ電流抑制効果が得られなくなるおそれがある。また、第二の半導体層における酸化物の含有率が $1\sim 50$ 質量%であることが好ましい。  
 0001131 第二の半導体層における酸化物粒子の含有率が $5\%$ 未満であると、入射光利用効率が減少するおそれがある。なお、上記と同様の観点から、半導体電極の全體の厚さに対する第二の半導体層の厚さの割合が $2\sim 30\%$ であることが好ましい。  
 0001131 第二の半導体層における酸化物粒子の含有率が $1$ 質量%未満であると、漏れ電流抑制効果が得られなくなるおそれがある。一方、第二の半導体層においては、漏れ電流抑制効果の含有率が $50$ 質量%を超えると、入射光利用効率が減少するおそれがある。なお、上記と同様の観点から、第二の半導体層における酸化物粒子の含有率は $1\sim 30$ 質量%であることが好ましく、 $1.5\sim 2$ 質量%であると、本発明の光電極においては、半導体電極の全體の含有率が $1$ 質量%未満であることが好ましい。

0.1.5) すなわち、本発明の光電極においては、半導体電極の全体の厚さが上述の条件を満たす場合には、第一の半導体層から構成される第一の半導体層に対する第二の半導体層の厚さの割合の全體の厚さに対する第二の半導体層の厚さの割合～60%であり、かつ、複数の層を構成する各層の半導体物質分子の含有率が、第一の半導体層に最も近い位置に配置される最内部の層から第一の半導体層に最も遠い位置に配置される最外部の層にかけて増加していることでも好ましい。

0.1.6) ここで、本発明において、「複数の層を構成する各層の層間に離れて存在する」状態とは、各層の層間に離れて増加している」と状態、一端に位置する最外部の層の層に離れた物質分子の含有率が他の端に位置する最内部の層の層に離れた物質分子の含有率よりも最終的に大きくなり、複数の層を全体としてみた場合に各層の離れた物質分子の含有率が最内部の層から最外部の層にかけて順次に増加している状態を示す。

0.1.7) 例えば、最内部の層が単層に増加している状態であつてもよい。また、例えば、最内部の層と最外部の層との間に離れて存在する層のうち、一部の繋り合う層同士の離れた物質分子の含有率が同じ値をとる状態であつてもよい。更に、最内部の層と最外部の層との間に配置される層のうち、一部の繋り合う層同士の離れた物質分子の含有率を比較

した場合、最内部の層の側に位置する層の含有率が最外部の層の側に位置する層の含有率よりも大きい場合がある。ただし、半導体電極の入射光利用率及び導電性を十分に確保する観点から、最内部の層から最外部の層にかけて酸化物粒子の含有率が単調に増加している状態、又は、最内部の層と最外部の層との間に配置される層のうち、一部の層に隣り合う層同士の酸化物粒子の含有率が同じ値をとる状態が好ましい。

[0018] 更に、この場合、本発明の光電極においては、最内部の層における酸化物粒子の含有率が0.1～1.0質量%であり、かつ、最外部の層における前記酸化物粒子の含有率が5～50質量%であることが好ましい。ここで、最内部の層における酸化物粒子の含有率が0.1質量%未満であると、漏れ電流抑制効果が小さくなるおそれがある。一方、最内部の層における酸化物粒子の含有率が1.0質量%を超えると、入射光利用率が減少するおそれがある。また、最外部の層における酸化物粒子の含有率が5質量%未満であると、漏れ電流抑制効果がなくなるおそれがある。一方、最外部の層における

感型太陽電池であって、光電極が前記酸化物粒子を特徴とする色素増感電極であることを前述した本発明の実施形態により、優れたエネルギー変換効率により、太陽電池を構成することができる。  
[0023] [発明の実施の形態] 以下、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下の図面は相当部分には同一符号を付し、重複する。  
[0024] [第一実施形態] 図1の第一実施形態を示す模式断面図では、図1に示した領域100の部分がある。更に、図3は、図1に示した複数型太陽電池を示す模式断面図で、図1に示す半導体電極F1と、当面F2を有する半導体電極F2と、当面F3と隣接して配置された複数型太陽電池の光面F2上に隣接して配置された複数型太陽電池の光面F3と、

成されている。また、図3に示す色光0は、主として、図1に示した光電極10と、スベーサーSにより光電極10に形成される間隙に充填された電解質Eによる。そして、半導体電極2は、受面F 2.2において電解質Eと接触する。

【0026】この色系増感型太陽電池1を透過して半導体電極2に照射されると、半導体電極2内において電子を発生する。

【0027】透明電極1の構成は特になく、通常の色系増感型太陽電池用の透明電極1及び透明電極2を用いる。例えば、図1及び図2は、ガラス基板等の透明基板等の上に形成されるための透明導電膜を有する。この透明導電膜3と共に用いられる透明電極を用いればよい。

【0028】透明基板4としては、通常ドーパントガラス、ITO-ZnO : Alコートガラス等が挙げられる。一方、上記形状の酸化物粒子の平均粒径が6.0 nmを超えると、漏電流抑制効果が低下するおそれがある。

【0029】更に、本発明の光電極においては、酸化物粒子が球形粒子又は異方性粒子であり、かつ、酸化物粒子の平均粒径が0.1~6.0 nmであることが好ましい。これにより、漏れ電流を抑制しつつ、可視光の光散乱と電解質の良好なイオン伝導性を確保できる。ここで、上記形状の酸化物粒子の平均粒径が0.1 nm未満であると、イオン伝導性が低下し、電池特性が低下するおそれがある。一方、上記形状の酸化物粒子の平均粒径が6.0 nmを超えると、漏電流の抑制及びイオン伝導性の確保はできるものとの酸化物粒子からなる半導体膜の焼結性が悪くなり半導体膜が剥離し易くなるおそれがある。受面F 2.2における観点から、上記形状の酸化物粒子の平均粒径は1.0~4.0 nmであることがより好ましい。

【0030】また、本発明は、受光面を有する半導体電極と当該半導体電極の受光面上に隣接して配置された透明電極を有する光電極と、対極とをしており、半導体電極と対極とが電解質を介して対向配置された色系増感型太陽電池である。

(4)

5 した場合、最内部の層の側に位置する層の含有率が最も部の層の側に位置する層の含有率よりも大きい場合が最もよい。ただし、半導体電極の入射光利用率及び電性能を十分に確保する観点から、最内部の層から最外の層にかけて酸化物粒子の含有率が単調に増加していく状態、又は、最内部の層と最外部の層との間に配置される層のうち、一部の構成をとる状態が好ましい。

【0118】更に、この場合、本発明の光電極においては、最内部の層ににおける酸化物粒子の含有率が0.1～1.0質量%であり、かつ、最外部の層における前記酸化物粒子の含有率が5～50質量%であることが好ましい。ここで、最内部の層における酸化物粒子の含有率が0.1～1.0質量%未満であると、漏れ電流抑制効果が小さくなるおそれがある。一方、最内部の層における酸化物粒子の含有率が1.0質量%を超えると、入射光利用率が減少するおそれがある。また、最外部の層における酸化物粒子の含有率が5質量%未満であると、漏れ電流抑制効果が小さくなるおそれがある。一方、最外部の層においては、

6 感性太陽電池であって、光電極が前述した本発明の特徴であることを特徴とする色系増感型太陽電池を提供する。このように、前述した本発明の光電極を用いるにより、優れたエネルギー変換効率を有する色系増感型太陽電池を構成することができる。

[0023] [発明の実施の形態] 以下、図面を参照しながら本発明の光電極及び色系増感型太陽電池の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一部品には相当部分には同一符号を付し、重複する説明は省略する。

[0024] [第一実施形態] 図1は、本発明の光電極の第一実施形態を示す換式断面図である。また、図2は、図1に示した領域1.0の部分の換式拡大断面図である。更に、図3は、図1に示した光電極を備えた感性太陽電池を示す換式断面図である。

[0025] 図1に示す光電極2は、主として、半導体基板1の上面F1を有する半導体電極2と、当該半導体電極2の上面F2に隣接して配置された溝形開窓1.0とからなる。

成が成されている。また、図3に示す色電極大型太陽電池は、主として、図1に示した光電極1.0と、光極2.0は、半導体電極2.2において電解質Eと接触している。

【0026】この色電極大型太陽電池2.0は、透明な基板F上において、半導体電極2.2に形成される開隙に光導された電解質Eとから構成されている。そして、半導体電極2.2は、受光面F2と反対側の基板面F2.2において電解質Eと接触している。

【0027】透明電極1.0の構成は特に規定されるものではなく、通常の色彩電極大型太陽電池に搭載される透明電極1.0を用いる。例えば、図1及び図3の透明電極1.0は、ガラス基板等の透明な基板Fの半導体電極2.2のコートして、透明性を確保させるためのいわゆる透明導電膜3をコートして構成される。この透明導電膜3としては、液晶パネル等の構成部材を有する。この透明導電膜3においては、透明電極1.0に用いられる透明電極を用いればよい。例えば、フードドープSnO<sub>2</sub>コートガラス、ITOコートガラス等が挙げられる。また、メタリックインク等のインク状、ストライプ状など光が透過できる構造にしたるものでもよ。

【0028】透明基板4としては、液晶パネル等に用いられる透明基板を用いてよい。具体的には透明なガラス基板等を適当に荒らすなどして光の反射を防ぎ、ガラス基板表面を半透明のガラス基板等に荒らしたもの、すりガラス状の半透明基板材料として挙げられる。また、光が透過するものであれば材料はガラスではなく、透明プラスチック版、透明アラストック版、透明アラスチック版、

(5)

[0029] 図 1 及び図 2 に示すように、半導体電極 2

は、主として、前述の酸化物粒子 P 3 を含む第二の半導体層 6 と、この第二の半導体層 6 と透明電極 1 の間に配置された第一の半導体層 5 から構成されている。そして、前述のように、この色系増感型太陽電池 1 は第二の半導体電極 1 と同じ構成を有するものであって、前記の透明電極 1 と同様の透明導電膜 3 上に P 1 等の金属薄膜電極を形成し、金属薄膜電極を電解質 E の側に向けて配置させるものであつてもよい。また、透明電極 1 の透明導電膜 3 に白金を少量付着させたものであつては、金属酸化物粒子 P 3 は実質的に含されておらず、<sup>11</sup> この第一の半導体層 5 は、主として半導体粒子 P 1 とこの第一の半導体粒子 P 1 の表面に吸着された酸化色素 P 2 とから構成されている。また、第二の半導体層 6 は、主として、半導体粒子 P 1 と、酸化物粒子 P 3 と、これら半導体粒子 P 1 及び酸化物粒子 P 3 の表面に吸着された増感色素 P 2 とから構成されている。

[0031] 上記半導体粒子 P 1 は特に限定されるものではなく、酸化物半導体、硫化物半導体等を使用することができる。

[0037] また、スベーサー S の半導体粒子としては、例えは、CdS 等を用いることができる。また、上記の半導体の他に、Si、GaAs 等も用いることができる。

[0039] 更に、増感色素の吸着量を増大させる觀点

[0039] 1 先ず、透明電極 1 を製造する場合は、ガラス基板等の基板 4 上に先に述べたフッ素ドープ SnO<sub>2</sub> 等の透明導電膜 3 をスレーコートする等の公知の方法

[0040] 2 としては、金属樹脂や有機樹脂等を用いることができる。この増感色素 P 2 は特に限られたものではなく、可視光領域および/または赤外光領域に吸収を持つことによっては、例えば、以下の方法がある。すなはち、先ず、酸化チタン等の半導体粒子 P 1 を分散させた第一の半導体層 5 を形成するために、その漏導体、ヘミン、ルテニウム、オスミウム、鉻及びロジアン等の金属クロロシアニン、チタニルフタロシアニン等の組合せを用いて、この分散液の組合せは水、有機溶媒、テニウム (11) ) 等が挙げられる。有機色素としては、メタルリーフクロシアニン、シアニン色素、メタロシアニン系色素、キサンテン系色素、トリフェニルメタン系色素等を用いることができる。

[0043] また、先に述べたように、半導体電極 2 の厚さは、5~30 μm に調節されており、更に、半導体電極の第二の半導体層 6 の厚さの場合は半導体電極 2 の全體の厚さに対して 5%~50%となるよう調節されている。また、この場合、第二の半導体層 6 の厚さの場合は上記の条件を満たす場合には、第二の半導体層 6 に含有される酸化物粒子 P 3 の含有率は 1~50 質量%に開拓されると、酸化ナトリウムのルチル化が進行し、増感作用が低下するおそれがあ

(6)

g

る。また、焼成温度が 600°C を超えると半導体粒子 P 1 の焼結が進み、半導体電極 2 の表面積が小さくなるおそれがある。

[0041] 次に、第一の半導体層 5 上に第二の半導体層 6 を形成する場合には、例えば、上記の半導体粒子 P 3 を形成するための分散液に、酸化物粒子 P 3 を更に添加させた組成を有する以外は、上述した第一の半導体層 5 を形成することができるのである。

[0042] 次に、半導体電極 2 (半導体蒸着膜) 中に、<sup>11</sup> 増感法等の公知の方法により増感色素 P 2 を含有させる。増感色素 P 2 は、少なくとも、半導体電極 2 の表面 F 2 に付着 (化学吸着、物理吸着または堆積など) されはよい。この付着方法は、例えば色系を含む複数箇所に半導体電極 2 の裏面 F 2 を被覆するなどの方法を用いることができる。この際、溶液を加熱し還流させることとして増感色素の吸着、堆積を促進することができる。

[0043] なお、半導体電極 2 内に含まれる光電変換反応を阻害する不純物を除去する表面処理処理を、第一の半導体層 5 の形成時、或いは第一の半導体層 5 上に第 11 二の半導体層 6 を形成した時などに公知の方法により適切に施してよい。また、透明電極 1 の透明導電膜 3 上に半導体電極 3 上に形成する方法としては、以下の方法がある。すなわち、例えば、図 5 に示す光電池 1 の内部層 6 3 から構成されているが、内部層 6 3 の内蔵される酸化物粒子の含有率は、好ましくは、内部層 6 1 よりもそれよりも大きく、かつ、最外層の層 6 2 のそれよりも低くなるよう配置されている。

[0044] [実施例 1] 以下に示す手順により、図 1 に示した光電池 1 と同様の構成を有する光電池を作製するが、本発明はこれらの実施例に拘らずに適用されるものではない。

[0045] [第二実施形態] 以下に示す手順により、図 3 に示す色系増感型太陽電池を作製した。[0046] 図 4 に示す光電池 1 は、第二の半導体層 6 が、透明電極 1 に最も近い位置に配置される内部の層 6 1 と、透明電極 1 に最も遠い位置に配置される最外部の層 6 2 とからなる 2 層の構成を有していること以外は、図 1 に示す光電池 1 と同様の構成を有している。

[0047] ここで、先に述べたように、この光電池 1 は、ベースト (以下、ベースト 1 とする) を厚膜し

10

1 第二の半導体層 6 は複数の層から構成されているので、最内部の層 6 1 における酸化物粒子 P 3 の含有率は 0~1~10 質量%以下となるよう調節されており、外層の層 6 2 における半導体粒子の含有率は 5~50 質量%となるよう調節されている。そして、この光電池 1 は、常に半導体層 6 を備えた色系増感型太陽電池 (図示せず) は、当該光電池 1 と備えた色系増感型太陽電池 (図示せず) は、当該光電池 1 以外は図 1 に示した色系増感型太陽電池 1 と同様の構成を有する。

[0048] 以上、本発明の好適な実施形態について改明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

[0049] 例えば、上記の実施形態においては、単層成りは二層の構造を有する第二の半導体層を備えた光電池及びこれを備える色系増感型太陽電池はこれに限られるものではない。例えば、本発明の光電池では、図 5 に示す光電池 1 のように、三層以上の第二の半導体層 6 をから構成された半導体電極 2 を備える構成を有してもよい。そして、この場合、第二の半導体層 6 の各層は、各々の酸化物粒子 P 3 の含有率が、好ましくは最内部の層から最外部の層にかけて増加するようには配列されている。すなわち、例えば、図 5 に示す光電池 1 の第二の半導体層 6 は、最内部の層 6 1 と最外層の層 6 2 との間に配置されている。

各層は、各々の酸化物粒子 P 3 の含有率が、好ましくは最内部の層 6 3 から構成されているが、内部層 6 3 の内蔵される酸化物粒子の含有率は、好ましくは、最内部の層 6 1 よりもそれよりも大きくなり、かつ、最外層の層 6 2 のそれよりも低くなるよう配置されている。

[0050] [実施例 1] 以下に示す手順により、図 1 に示した光電池 1 と同様の構成を有する本発明の光電池及び色系増感型太陽電池について更に詳しく述べるが、電子ビーム蒸着、抵抗加熱蒸着、クラスターイオンビーム蒸着等の物理蒸着法を用いてもよく、酸素等の反応性ガス中で金等を蒸発させ、反応生成物を透明光導電膜 3 上に堆積させる反応蒸着法を用いてもよい。更には、公知の方法により対極 CE を作製し、これと光電池 1 02 等を用いて、この光電池 1 と同様の構成を有する 2.0 × 5 mm のスケールの色系増感型太陽電池を作製した。

[0051] [実施例 1] 以下に示す手順により、図 1 に示した光電池 1 と同様の構成を有する光電池を作製するが、本発明はこれらの実施例に拘らずに適用されるものではない。

[0052] [実施例 1] 以下に示す手順により、図 1 に示した光電池 1 と同様の構成を有する光電池を作製するが、本発明はこれらの実施例に拘らずに適用されるものではない。

(5)

8

mol

1 第二の半導体層 6 の裏面 F 2 を被覆する半導体粒子 P 3 の含有率は 30 質量%、以下、ベースト 1 とする) を厚膜し

た。

[0053] 次に、上記ベースト 1 に、銀アルミニウム (Al 120J) 粒子 (シーアイ化成社製、平均粒径； 3 0 nm) を混合し、第二の半導体層 6 (Ti 02 和 Al 12 0J の質量比； Ti 02 : Al 120J = 8 : 2) 形成用の

[0054] 0.3 のルチル化が進行し、増感作用が低下するおそれがあ

[0054]一方、ガラス板基板(透明導電性ガラス)は、フッ素ドープされたSnO<sub>2</sub>導電膜を有する透明導電性ガラス(日本版硝子社製)を用いた。そして、このSnO<sub>2</sub>導電膜上に、上述のペースト1をスクリーン印刷して焼成した。その後、大気中、450℃の条件のもとで乾燥させた。更に、上記ペースト1及びペースト2を用いてこのスクリーン印刷と焼成を繰り返すことにより、SnO<sub>2</sub>導電膜上に図1に示す半導体電極2と同様の構成の半導体電極(免光面の面積: 1cm<sup>2</sup>、層厚: 1.5 μm、第一の半導体層5の層厚: 1.1 μm、第二の半導体層6の層厚: 4 μm)を形成し、増色色素を含有していない光電極を作製した。

[0055]その後、半導体電極の裏面に色素を以下のようにして吸着させた。先ず、増色色素としてルテニウム錯体 [Cis-[(ethoxyato)-N,N'-bis(2'-hippuridylcarboxylic acid)]-ruthenium(II)] を用い、このエタノール溶液(増色色素の濃度: 3 × 1.0-4 m o l/L)を調製した。次に、この溶液に半導体電極を浸漬し、60℃の温度条件のもとで80時間放置した。これにより、半導体電極に増感色素を約 1 × 10<sup>-7</sup> m o l / cm<sup>2</sup>被覆させた。ルテニウム錯体吸着後の半導体電極をアセトニトリル浴液にて洗浄した後、250℃に保持

した試験気流中に置いて実験させ、光電極 1 を完成させた。(0.0561) 次に、対極として上記の光電極と同様の形態をもつて大きな面を有する Pt が蒸着された透明導電性ガラス電極を用いて、ヨウ素、ヨウ化リチウム、アンモニウムモニウム塩を含むヨウ素系レドックス溶液を調製した。半導体電極の大きさに合わせた形状を有するデュポン社製のスベーサー S (商品名: 「サーリン」) を単<sup>11</sup>位で複数枚重ねし、図 3 に示すように、光電極 1 と対極 C とスベーサー S を介して対向させ、内部に上記の電解質を充填して色素感光型太陽電池を完成させた。

(0.0571) (実施例 2) 半導体電極の製造を以下のよ

うにして行ったこと以外は、実施例 1 と同様の手順によ

り図 1 に示した光電極 1 及び図 3 に示した色素増感型太陽電池 2 と同様の構成を有する光電極及び色素感光型太陽電池 2 を作製した。

(0.0641) 先ず、実施例 1 で調製したベースト 1 を半導体層用ベーストとして使用した。また、実施例 1 で調製したベースト 1 に、酸化ジルコニアム (ZrO<sub>2</sub>) 粒子 (日本エアロソル社製、平均粒径: 50 nm) を混じ、第二の半導体層 6 (TiO<sub>2</sub> と ZrO<sub>2</sub> の質量比: TiO<sub>2</sub>:ZrO<sub>2</sub> = 8:2) 形成用のベースト (以下、ベースト 5とする) を調製した。

(0.065) そして、前述のベースト 2 のかわりにベースト 5 を使用した以外は実施例 1 と同様にして、SnO<sub>2</sub> 等電極上に図 1 に示す半導体電極 2 と同様の構成の半導体電極 (光電面の面厚: 1.7 μm、第二の半導体層 6 の面厚: 1.5 μm、第一の半導体層 4 の面厚: 4.0 μm) を形成し、隙間色差を考慮していない光電極 (0.0581) が作成された。

（以下、ベースト3とする）を調製した。

[0067] 実施例1と同様に、前述のベースト2のかわりにベースト3を使用した以外は実施例1と同様にして、SnO<sub>2</sub>導体層形成用ベースト1としてチタン酸ストリウム（Strontium Titanate）粒子（シリカ化成社製、平均粒径：6 nm）を混合し、第一の半導体電極6（TiO<sub>2</sub>）とSrO<sub>2</sub>導体電池2との間に示した光電極1及び図3に示した色素増感型太陽電池2との構成を有する光電池及び色素増感型太陽電池を製作した。

[0068] 実施例1で開製したベースト1を半導体電極6（シリカ化成社製、平均粒径：30 nm）と組合して、前記のベースト1と同様にして、SnO<sub>2</sub>導体層形成用ベースト1としてチタン酸ストリウム（Strontium Titanate）粒子（シリカ化成社製、平均粒径：6 nm）を混合し、第二の半導体電極6（TiO<sub>2</sub>）とSrO<sub>2</sub>導体電池2との間に示した光電極1及び図3に示した色素増感型太陽電池を製作した。

〔実施例 3〕半導体電極の製造を以下のように  
ようにして行ったこと以外は、実施例 1 と同様の手順によ  
る。図 1 に示した光電極 1 及び図 3 に示した色系増感型  
太陽電池 2 と同様の構成を有する光電極及び色系増感  
型太陽電池を作製した。

〔実施例 1〕先ず、実施例 1 で開製したベースト 1 を半  
導体電極用ベーストとして使用した。また、実施例 1  
で開製したベースト 1 に、二酸化ケイ素 (SiO<sub>2</sub>) 粒  
子 (シニアイ化成社製、平均粒径：1.5 nm) を混合  
し、第二の半導体層 6 (TlO<sub>2</sub>とSiO<sub>2</sub>との質量比：  
1:10、TlO<sub>2</sub>とSiO<sub>2</sub> = 8:2) 形成用のベースト (以下、  
ベースト 4 とする) を開製した。

〔実施例 2〕そして、前記のベースト 2 のかわりにベ  
ースト 4 を使用した以外は実施例 1 と同様にして、SnO  
半導体電極 (受光面の面積：1 cm<sup>2</sup>、厚さ：1.5 μm、  
第一の半導体層 5 の層厚：1 μm、第二の半導体層 6  
の層厚：4 μm) を形成し、増感色系を有していないよ  
うに電極を作製した。

〔実施例 4〕半導体電極の製造を以下によ  
る。図 1 に示した光電極 1 及び図 3 に示した色系増感型  
太陽電池 2 と同様の構成を有する光電極及び色系増感  
型太陽電池を作製した。

〔【0066】(実施例5) 半導体電極の製造を以下のように  
行なう。半導体電極の寸法は、実施例1と同様の手順によ  
り、図1に示した光電極1.0及び図3に示した色素感光型  
電極2.0と同様の構成を有する光電極及び色素増感型  
電極2.0を製作した。

〔【0067】先ず、実施例1で調製したベースト1を半  
導体電極の寸法に成形用ベーストとして使用した。また、実施例1  
で調製したベースト1に、チタンメントストロマウム(S  
tannum)粒子 (Johnson Matthey社製、平均粒径: 6  
μm)を混合し、第二の半導体電極2 (T100とSr  
を大體電池を作製した。

色素を含有していない電極の製造を以下のよ  
うに実施例1と同様の手順によ  
り、図3に示した色系増感型  
の光電極及び色系増感  
型の光電極を用いたベースト1を半  
量とした。また、実施例1  
のナイロ $(S10P)$ 粒  
 $(1.5\text{ nm})$ を混合  
して、 $S10P$ との質量比；  
用のベースト(以下、  
ベースト2)のかわりにベー  
スト2との間にベー  
スト2と同様にして、 $SnO$   
と同様の構成の半  
径、厚度、 $1.5\mu\text{m}$ 、  
n、第二の半導体層6  
色素を含有していない  
電極の製造を以下のよ

アリ1と同様の手順によ  
り、アリ2に示した色素濃度型  
光電極及び色素増感  
アリ1と同様の手順によ  
り、アリ3に示した色素濃度型  
光電極及び色素増感

電極の配置を以下のように  
ベースト1と同様の手順によ  
りBに示した色素増感型  
光電極及び色素増感

TiO<sub>3</sub>との質量比; TiO<sub>2</sub>:SrTiO<sub>3</sub>=9:1) 形成用のベースト(以下、ベースト6とする)を調製した。

[0068] そして、前述のベースト2のかわりにベースト6を使用した以外は実施例1と同様にして、SnO<sub>2</sub>導電膜上に図1に示す半導体電極2と同様の構成の半導体電極(受光面の面積; 1 cm<sup>2</sup>、層厚; 1.5 μm、第一の半導体層5の層厚; 1.1 μm、第二の半導体層6の層厚; 4 μm)を形成し、増感色素を含有していない光電極を作製した。

[0069] (実施例6) 半導体電極の製造を以下のようにして行ったこと以外は、実施例1と同様の手順により図1に示した光電池10及び図3に示した色選色増感型太陽電池20と同様の構成を有する光電池及び色選感型太陽電池を作製した。

[0070] 先ず、実施例1で調製したベースト1を半導体圓形形成用ベーストとして使用した。また、実施例1で調製したベースト1に、酸化ニオブ(V(Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)粒子(平均粒径; 300 nm)を混合し、第二の半導体層6(TiO<sub>2</sub>とNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の質量比; TiO<sub>2</sub>:Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=9:1)形成用のベースト(以下、ベースト7とする)を調製した。なお、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>粒子はアルコキシドを用いて第一の半導体層5の内面の層6の1の半導体層6の外縁部の層6の2の層7を含有していない光電池を作製した。

[0071] そして、前述のベースト8及びベースト9を用いて、前記の電子素子を組成する各部を形成した。

[0072] そして、S<sub>n</sub>O<sub>2</sub>導電膜上に図4Aに示す構成の半導体電池(受光面の半導体層5の層厚; 1.5 μm、第一の半導体層6の層厚; 6.1 μm)を形成した。

[0073] 実施例1と同様に、第一の半導体層5の内面の層6の1の半導体層6の外縁部の層6の2の層7を含有していない光電池を作製した。

[0074] 更に、実施例1で調製した第一の半導体層5の内面の層6の1の半導体層6の外縁部の層6の2の層7を混合し、第二の半導体層6(TiO<sub>2</sub>とNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>の質量比; TiO<sub>2</sub>:Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=9:1)形成用のベースト(以下、ベースト8とする)を調製した。

(Nb (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>5</sub>, Wako社製、商品名:「ニオブエトキシド」)を加水分解することにより得た。

[0071] そして、前述のベースト2のかわりにベースト7を使用した以外は実施例1と同様にして、S<sub>n</sub>O<sub>2</sub>と半導体電極上に[0.1%]に示す半導体電極2と同様の構成の半導体電極(受光面の面積: 1 cm<sup>2</sup>、層厚: 1.5 μm、第一の半導体層5の層厚: 1.1 μm、第二の半導体層6の層厚: 4 μm)を形成し、増感色素を含有していない半導体電極を作製した。

[0072] (実施例7) 半導体電極の製造を以下のようにして行ったこと以外は、実施例1と同様の手順により、図4に示した光電極1と同様の構成を有する光電極と、この光電極を備えていること以外は図3に示した色系増感型太陽電池2と同様の構成を有する色系増感型太陽電池を作製した。

[0073] 先づ、実施例1で開製したペースト1を半導体電極用ベーストとして使用した。また、実施例1と同様の手順により光電極

[0074] [実施例7] 「電池特性試験」電池特性試験を行なったこと以外は、実施例1と同様の手順により光電極を作製した。

[0075] 「電池特性試験」電池特性試験は実施例1～実施例7、比較例1の色系増感型太陽電池エネルギー変換効率を測定した。電池特性試験はエネルギー変換効率(%)を測定した。W<sub>X</sub>S<sub>Y</sub>AM社製、W<sub>X</sub>S<sub>Y</sub>AMフィルターを通して測定したキセノンランプから0.01mW/cm<sup>2</sup>の紫外太陽光を照射することにより、I-Vデーターを用いて電流～電圧特性を測った。I-Vデーターを用いて電流～電圧特性を測り、漏れ電流 ( $1/\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ ) 開放電圧 (V<sub>oc</sub>) V)、短絡電流 ( $1/\text{s cm}^2/\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ )、曲線因子(F.I.)及びエネルギー変換効率 (η / %) を求め実施例1～実施例7、比較例1の各色系増感型太陽電池に備えられている光電極の構成を表1に示し、電池試験の結果を表2に示す。

[第11回]

で開製したペースト1に、腐化アルミニウム(A1) 16

[14] 20J) 粒子 (シーアイ化成社製) 第二の半導体層6の層と混和し、第二の半導体層6の層の質量出: T102とAl2O3との質量比: T102:Al2O3=7:3 形成用のベースト (以下、ベースト) た。

〔第 1 図〕 実験結果の概要

〔0 0 7 8〕

〔0 0 7 9〕

〔0 0 7 7〕 [電池特性試験] 電池特性試験を行なった。

〔0 0 7 6〕 実験結果例 1 ~ 実験例 7、比較例 1 の色系増感型太陽電池を用いた。電池特性試験を行なった。

〔0 0 7 5〕 フィルターアンプを用いた。AM フィルターを通したキセノランプから得られる 1000 mW/cm<sup>2</sup> の強度太陽光を照射することにより、AM フィルターを用いて電流 - 電圧特性を測定した。I - V テスターを用いて電流 - 電圧特性を測定した。

〔0 0 7 4〕 開放電圧 (V<sub>oc</sub>)、漏れ電流 (I<sub>sc</sub> / mA · cm<sup>-2</sup>)、開放電圧 (V<sub>oc</sub>)、漏れ電流 (I<sub>sc</sub> / mA · cm<sup>-2</sup>)、曲線因子 (F.F.)、及びエネルギー変換効率 (%) を測定した。

〔0 0 7 3〕 実験結果例 1 ~ 実験例 7、比較例 1 の各色系増感型太陽電池を用いた。

粒子（シーアイ化成社製）のベースト（以下、ベースト）を用いた。第 7 図更に、実施例 1 で露光した半導体層 6 の露光部の断面構造を示す。露光部の断面構造は、第一の半導体層 5 の最内部の層 6.1 の上に、第一の半導体層 5 の最外部の層 6.2 の露光部の断面構造である。露光部の断面構造は、第一の半導体層 5 の最内部の層 6.1 の上に、第一の半導体層 5 の最外部の層 6.2 の露光部の断面構造である。露光部の断面構造は、第一の半導体層 5 の最内部の層 6.1 の上に、第一の半導体層 5 の最外部の層 6.2 の露光部の断面構造である。

以外は、実施例1と同様の手順により光電池を製作した。

7.7 「電池特性試験」電池特牲試験を行なった。実施例1～実施例7、比較例1の色系増感型太陽電池は、電池特性試験を行なった。電池特性試験は、W<sub>X</sub>S-8-1～W<sub>X</sub>S-8-5、W<sub>X</sub>S-8-7～W<sub>X</sub>S-8-10、AMフィルターを通したヤセノンランプか、AMフィルターを用いて電流～電圧特性を測定した。

7.8 「開放電圧 (V<sub>O</sub>)、開路電流 (I<sub>O</sub>/mA·cm<sup>-2</sup>)、短絡電流 (I<sub>SC</sub>/mA·cm<sup>-2</sup>)、曲線因子及びエネルギー変換効率 ( $\eta$  %)」を求めた結果を表2に示す。

、実施例1と同様の手順により光電池  
開電池を作製した。  
「電池特性試験」電池特性試験を行な  
う。実施例7、比較例1の色系感度型太陽電  
池特性試験を測定した。電池特性試験は  
換換効率を測定した。ワコム社製、WX-S-8-  
レータ（ワコム社製、WX-S-8-1  
フィルターを通してキャノンランプから  
1m<sup>2</sup>の鏡面太陽光を照射することにより  
デスターを用いて電流-電圧特性を測  
定した。電流-電圧特性は、  
 $(I / \text{mA} \cdot \text{cm}^{-2})$  開放電圧 ( $V_o$ )  
 $(V / \text{V})$  と電流 ( $I / \text{s}^{-1} / \text{mA} \cdot \text{cm}^{-2}$ )、曲線因子  
 $\alpha$  と電気エネルギー変換効率 ( $\eta / \%$ ) を求め  
た。  
実施例7、比較例1の各色系感度型太陽  
電池の構成を表1に示し、電池  
表2に示す。

により光電管特性試験を行なう。増感型太陽電池特性試験は、 $V_{X S} - 8.5$  ～  $12.5$  V の範囲でランプか光源を用いて測定することにより、 $\eta$  (%) を求め、太陽電池感度太陽電池に示し、電池

(9)

15

16

	構成	第1の半導体層		光電極		第2の半導体層	
		厚さ/ $\mu\text{m}$	遮光物質の含有率(質量%)	厚さ/ $\mu\text{m}$	遮光物質の含有率(質量%)	厚さ/ $\mu\text{m}$	遮光物質の含有率(質量%)
実施例 1	図1	11	4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (20)			
実施例 2	図1	11	4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (50)			
実施例 3	図1	11	4	SiO <sub>2</sub> (20)			
実施例 4	図1	11	4	ZrO <sub>2</sub> (20)			
実施例 5	図1	11	4	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> (10)			
実施例 6	図1	11	4	LiNbO <sub>3</sub> (10)			
実施例 7	図4	7	7	第1半導体層 厚さ/ $\mu\text{m}$ 遮光物質の含有率(質量%)	原色/ $\mu\text{m}$ 遮光物質の含有率(質量%)	第2の半導体層 厚さ/ $\mu\text{m}$ 遮光物質の含有率(質量%)	
比較例 1	図1	4	4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (10)	4	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (30)	

[0079] \* \* [図2]

	電池特性				
	$\text{ImA} \cdot \text{cm}^{-2}$	$\text{Voc}/\text{V}$	$I_{sc}/(\text{mA} \cdot \text{cm}^{-2})$	$E_{F}/\text{eV}$	$\eta/\%$
実施例 1	-0.16	0.746	14.2	0.65	6.88
実施例 2	-0.12	0.751	13.9	0.66	6.89
実施例 3	-0.16	0.742	14.2	0.65	6.85
実施例 4	-0.12	0.735	14.1	0.65	6.74
実施例 5	-0.21	0.732	14.2	0.65	6.75
実施例 6	-0.12	0.735	14.6	0.64	7.05
実施例 7	-0.11	0.732	14.1	0.67	7.1
比較例 1	-0.42	0.714	14.6	0.64	6.67

[0080] 図1及び図2に示した結果から明らかなるように、実施例1～実施例7の色蒸増感型太陽電池の漏れ電流1の発生量は、比較例1の色蒸増感型太陽電池の漏れ電流1の発生量より非常に小さいことが確認された。

そして、実施例1～実施例7の色蒸増感型太陽電池のエネルギー変換効率は、比較例1の色蒸増感型太陽電池のエネルギー変換効率よりも高い値を示すことが確認された。

[0081] 以上説明したように、本発明によれば、光電極を構成する半導体電極内における漏れ電流の発生を抑制できるので、優れた電極特性を有する光電極を構成することができます。また、この光電極を用いることにより、優れたエネルギー変換効率を有する色蒸増感型太陽電池を構成することができる。更には、この色蒸増感型太陽電池を用いることにより、直列接続電池モジュールを構成することもできる。

[図面の簡単な説明]

[図1] 本発明の光電極の第一実施形態を示す模式断面

(72)発明者 田口 和夫

愛知県豊川市長久手町大字長浜字鏡道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 月ヶ瀬 あずさ

愛知県豊川市長久手町大字長浜字鏡道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 東 博紀

愛知県豊川市長久手町大字長浜字鏡道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 中島 浩二

愛知県豊川市朝日町2丁目1番地 アイシ

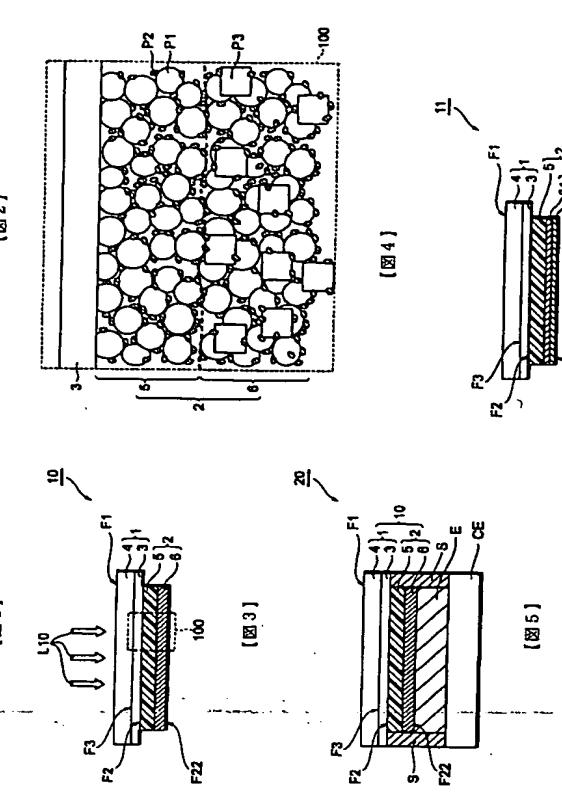
ン精機株式会社内

(72)発明者 F ターム(参考)

57051 AA14 FA03 FA18 GA03

5H032 AA06 AS16 CC14 CC16

EE01 EE02 EE16 HH01 HH04



[図1]

[図2]

[図3]

[図4]

[図5]

[図6]

[図7]

[図8]

[図9]

[図10]

[0081] 図2に示した結果から明らかなように、実施例1～実施例7の色蒸増感型太陽電池の漏れ電流1の発生量は、比較例1の色蒸増感型太陽電池の漏れ電流1の発生量より非常に小さいことが確認された。

そして、実施例1～実施例7の色蒸増感型太陽電池のエネルギー変換効率は、比較例1の色蒸増感型太陽電池のエネルギー変換効率よりも高い値を示すことが確認された。

[図2] 本発明の光電極の第二実施形態を示す模式断面



(72)発明者 元廣 友典

愛知県愛知郡長久手町大字長浜字鏡道41番地の1 株式会社豊田中央研究所内

(72)発明者 豊田 生先生

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ

ン精機株式会社内

(72)発明者 中島 浩二

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ

ン精機株式会社内

(72)発明者 F ターム(参考)

57051 AA14 FA03 FA18 GA03

5H032 AA06 AS16 CC14 CC16

EE01 EE02 EE16 HH01 HH04

EE01 EE02 EE16 HH01 HH04

[図1] 本発明の光電極の第一実施形態を示す模式断面  
子、S…スペーサー。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**